

25 MAR 2005

PCT/KR 03/01966

RO/KR 19.11.2003



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0058337
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 08월 22일
Date of Application

출원인 : 학교법인 포항공과대학교
Applicant(s) POSTECH FOUNDATION

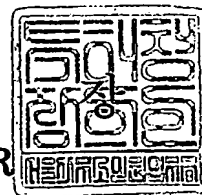
**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



2003 년 11 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【창조번호】	0026
【제출일자】	2003.08.22
【국제특허분류】	C22C
【발명의 명칭】	비정질 합금 판재 제조 방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for producing amorphous alloy sheets
【출원인】	
【명칭】	학교법인 포항공과대학교
【출원인코드】	2-1999-900096-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-050323-2
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-006267-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김낙준
【성명의 영문표기】	KIM, Nack Joon
【주민등록번호】	530523-1005111
【우편번호】	790-751
【주소】	경상북도 포항시 남구 지곡동 교수아파트 4동 1304호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이정구
【성명의 영문표기】	LEE, Jung Gu
【주민등록번호】	780930-1457219

【우편번호】	790-784
【주소】	경상북도 포항시 남구 효자동 포항공과대학교 항공재료연구센터
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영수
【성명의 영문표기】	PARK, Young Soo
【주민등록번호】	720614-1053015
【우편번호】	790-784
【주소】	경상북도 포항시 남구 효자동 포항공과대학교 항공재료연구센터
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박성수
【성명의 영문표기】	PARK, Sung Soo
【주민등록번호】	740228-1673612
【우편번호】	790-784
【주소】	경상북도 포항시 남구 효자동 포항공과대학교 항공재료연구센터
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이성학
【성명의 영문표기】	LEE, Sung Hak
【주민등록번호】	550813-1067431
【우편번호】	790-390
【주소】	경상북도 포항시 남구 지곡동 756번지 교수아파트 4동 804호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이동근
【성명의 영문표기】	LEE, Dong Geun
【주민등록번호】	720219-1548511
【우편번호】	790-784
【주소】	경상북도 포항시 남구 효자동 포항공과대학교 항공재료연구센터
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김창규
 【성명의 영문표기】 KIM, Chang Kyu
 【주민등록번호】 730325-1018429
 【우편번호】 133-768
 【주소】 서울특별시 성동구 옥수동 한남하이츠아파트 3동 803호
 【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이한상
 【성명의 영문표기】 LEE, Han Sang
 【주민등록번호】 761213-1075016
 【우편번호】 139-891
 【주소】 서울특별시 노원구 상계1동 은빛아파트 109동 1311호
 【국적】 KR

【우선권주장】

【출원국명】 KR
 【출원종류】 특허
 【출원번호】 10-2002-0058764
 【출원일자】 2002.09.27
 【증명서류】 청구

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	2 면	2,000 원
【우선권주장료】	1 건	26,000 원
【심사청구료】	19 항	717,000 원
【합계】	774,000 원	
【감면사유】	학교	
【감면후 수수료】	400,000 원	

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.우선권증명서류 및 동 번역문_1통

【요약서】

【요약】

본 발명의 목적은, 비정질 합금 생성의 기본적인 특성과 기존의 박판 주조법을 접목시킬 수 있다는데 착안하여, 박판 주조법을 이용하여 벌크 비정질 합금을 판재 형태로 대량 생산할 수 있는 기술을 제공하는 데 있다. 또한, 본 발명의 목적은, 박판 주조법의 장점, 즉, 합금을 녹인 용탕을 다른 공정없이 바로 판재 형태로 제조할 수 있고, 주조중 냉각속도가 빨라 비정질 형성이 용이하며, 재료가 롤에 의해 강하게 압축되어 용탕의 응고 및 수축에 따른 기공(air gap)이 형성되지 않는 점을 이용하여 낮은 생산비용으로 우수한 품질의 벌크 비정질 합금 판재를 제조할 수 있는 기술을 개발하는 데 있다. 본 발명은 이러한 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 비정질 합금 판재 제조 방법 및 비정질 합금 판재 제조 장치를 제공한다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

비정질 합금 판재 제조 방법 및 그 장치{Method and apparatus for producing amorphous alloy sheets}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 비정질 합금 판재 제조 방법의 개념도이다.

도 2는 본 발명에 따른 비정질 합금 판재 제조 장치의 일 구현예의 개략도이다.

도 3은 도 2의 장치에서 비정질 합금 용탕이 냉각되면서 판재 형태로 성형되는 롤 부분의 개략도이다.

도 4는 도 2의 장치에서 두 개의 롤 사이의 간격을 조절하는 개념도이다.

도 5는 도 2의 장치에서 두 개의 롤 사이의 각도를 조절하는 개념도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에서 제조된 비정질 합금 판재의 X-선 회절 패턴이다.

도 7은 본 발명의 실시예에서 제조된 비정질 합금 판재의 미세조직을 보여주는 광학현미경 사진이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

☞ 본 발명은 비정질 (또는 비결정성) 합금 제조 방법에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 벌크형태의 비정질 합금 판재 제조 방법에 관한 것이다.

- <9> 비정질 합금은 통상적인 결정질 합금과는 달리 원자들이 불규칙하게 배열함으로써 결정성을 갖지 않는 액상과 유사한 미세구조를 지니고, 결정입계(grain boundary), 전위(dislocation) 등과 같은 결정결함(crystalline imperfection)이 존재하지 않는 재료로서 강도, 파괴인성 등의 기계적 성질, 자기적 성질, 내식성 등을 월등히 향상시킨 재료이다.
- <10> 비정질 합금 재료, 특히 비정질 합금 판재는 상기와 같은 우수한 특성으로 인하여, 항공산업, 핵발전 설비산업, 방위산업 등을 포함하는 전 산업분야에서 활용도가 높은 첨단소재로서 주목받고 있다. 그러나, 산업계의 수요에도 불구하고, 비정질 합금 판재를 양산하기 위한 효율적이고 산업상 이용가능한 방법이 개발되어 있지 않다.
- <11> 종래의 비결정성 합금 제조 방법으로는 다이캐스팅/영구주형주조법(die casting/permanent mold casting)이 있다. 그러나 다이캐스팅/영구주형주조법은 생산비용이 높을 뿐만아니라 활용도가 높은 판재 형태의 대량 생산에는 부적합한 실정이다.
- <12> 다른 종래의 방법으로는 펠트 스피닝법이 있으나, 이 방법은 일반적으로 약 0.05 mm 이하의 두께를 갖는 초박판스트립 형태의 비정질 합금 재료를 제조하는 것으로서, 벌크 형태의 비정질 합금 판재 생산에는 부적합하다.
- <13> 금속재료를 판재형태로 생산하기 위한 방법으로는 박판주조법(strip casting)이 있으며, 이 방법은 설비투자비, 에너지 소비율이 적으며 원료에 대한 제품의 비를 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 종래의 박판주조법은 비정질 합금 판재의 제조에는 부적합한 것으로 알려져 있기 때문에 종래의 박판주조법을 비정질 합금 판재 생산에 적용한 사례가 전무하며, 종래의 박판주조법이 비정질 합금 판재 생산에 적용될 수 있다는 가능성조차 부정되어온 것이 사실이다.

<14> 우수한 성질을 지니는 벌크 비정질 합금의 적용 범위를 넓히기 위해서는 벌크 비정질 합금을 낮은 생산 비용으로 활용도가 높은 판재 형태로 대량 생산할 수 있는 방법이 절실히 필요한 실정이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명의 목적은, 비정질 합금 생성의 기본적인 특성과 기존의 박판 주조법을 접목시킬 수 있다는데 착안하여, 박판 주조법을 이용하여 벌크 비정질 합금을 판재 형태로 대량 생산할 수 있는 기술을 제공하는 데 있다.

<16> 또한, 본 발명의 목적은, 박판 주조법의 장점, 즉, 합금을 녹인 용탕을 다른 공정없이 바로 판재 형태로 제조할 수 있고, 주조중 냉각속도가 빨라 비정질 형성이 용이하며, 재료가 롤에 의해 강하게 압축되어 용탕의 응고 및 수축에 따른 기공(air gap)이 형성되지 않는 점을 이용하여 낮은 생산비용으로 우수한 품질의 벌크 비정질 합금 판재를 제조할 수 있는 기술을 개발하는 데 있다.

<17> 이러한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 비정질 합금 판재 제조 방법 및 비정질 합금 판재 제조 장치를 제공한다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재 제조 방법은, 합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 준비하는 단계; 서로 반대 방향으로 회전하며 열교환 수단을 구비하고 있는 두 개의 롤 사이로, 상기 용탕을 공급하는 단계; 및 상기 롤 사이로 상기 용탕을 통과시키면서, 상기 용탕이 비정질 고체상태로 변화될 수 있는 한계냉각속도보다 더 빠른 속도로, 상기 용탕을 냉각시키는 단계를 포함한다.

- <19> 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재 제조 장치는, 합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 담을 수 있으며, 용탕 출구를 구비하는 도가니; 상기 용탕을 통과시키면서, 상기 용탕이 비정질 고체상태로 전이될 수 있는 한계 냉각 속도보다 더 빠른 냉각 속도로, 상기 용탕을 냉각시킬 수 있는 열교환 장치를 구비하고 있는 두 개의 롤; 및 상기 도가니의 용탕 출구로부터 상기 롤 까지 용탕이 공급될 수 있도록 하는 연결통로를 포함한다.
- <20> 이하에서는, 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재 제조 방법을 상세히 설명한다. 도 1에 본 발명에 따른 비정질 합금 판재 제조 방법을 도식적으로 나타내었다.
- <21> 상기 용탕을 준비하는 단계는, 예를 들면, 합금을 구성하는 성분을 용융시키기에 적합한 가열 수단과 밀폐가능한 도가니를 구비하는 용해로를 사용하여 수행될 수 있다.
- <22> 상기 용해로에 구비되는 가열 수단은, 예를 들면, 저항가열, 아크가열, 유도가열, 적외선가열, 전자빔 가열, 레이저가열 등의 방식일 수 있으나, 반드시 이에 한정되지는 않는다.
- <23> 상기 용탕을 준비하는 단계는 불활성분위기 또는 비불활성분위기에서 수행될 수 있다. 어떤 특정 합금계는 비결정성화를 위하여 불활성분위기의 유지를 필요로 한다. 이 경우에는 상기 용탕을 준비하는 단계는 불활성분위기에서 이루어지는 것이 바람직하다.
- <24> 상기 불활성분위기는, 예를 들어, 합금을 구성하는 성분을 용융시키기에 적합한 가열 수단과 밀폐가능한 도가니를 구비하는 용해로 내에 불활성 가스를 주입함으로써 구현될 수 있다. 상기 불활성 가스로서는, 예를 들면, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 크세논, 라돈, 질소, 또는 이들의 혼합물 등이 사용될 수 있다. 또한 불활성분위기는 상기 밀폐가능한 도가니를 진공상태로 유지함으로써 달성될 수도 있다.

- <25> 또한, 상기 용탕을 준비하는 단계는 특정 합금계에 필요한 기타 특수한 분위기 하에서 수행될 수도 있다. 이 경우에는 상기 특수한 분위기 조성에 필요한 기체를 상기 도가니에 주입한다.
- <26> 이렇게 얻어진 용탕은 서로 반대 방향으로 회전하며 열교환 수단을 구비하고 있는 두개의 롤 사이로 공급된다. 본 발명의 일구현예에서, 상기 용해로에는 용탕노즐이 구비될 수 있으며 상기 용탕노즐은 롤에 밀착되도록 배치된다. 용탕은 상기 용탕노즐을 통하여 상기 두개의 롤 사이의 틈새로 공급된다.
- <27> 상기 두개의 롤 사이의 틈새로 공급된 용탕을, 상기 롤 사이로 통과시키면서 상기 용탕이 비결정성 고체상태로 변화될 수 있는 한계냉각속도보다 더 빠른 속도로 냉각시킨다. 이러한 급속냉각의 구현을 위하여, 상기 롤은 열전도율이 우수한 재질을 포함하며, 또한 상기 롤에는 열교환 수단이 구비될 수 있다. 열전도성이 우수한 롤의 재질로서는, 예를 들면, 구리계 합금 재료가 사용될 수 있으나, 반드시 이에 한정되지는 않는다. 상기 롤에 구비되는 열교환 수단으로서, 냉각유체 통과 회로 등이 사용될 수 있으나, 반드시 이에 한정되지는 않는다. 상기 냉각유체로서는 냉각수 또는 냉각오일 등이 사용될 수 있다.
- <28> 상기 롤의 직경 및 회전속도에 대한 특별한 제한은 없으나, 열전달을 고려하여, 예를 들면, 롤의 외주면의 선속도가 약 1 내지 약 10 cm/sec 정도가 되도록 할 수 있다. 또한 두 롤 사이의 간격은 특별한 제한은 없으나, 열전달 및/또는 얻고자 하는 판재의 두께를 고려하여, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 20 mm 정도로 할 수 있으며, 본 발명의 목적과 부합하는 한 약 0.5 mm 이하 또는 약 20 mm 이상 정도로 할 수도 있다. 롤의 폭은 특별한 제한은 없으며, 얻고자 하는 판재의 최대폭에 따라 적절히 결정될 수 있다.

- <29> 일반적으로 합금계에 따라 비결정성화를 위한 한계냉각속도는 달라지며, 냉각유체의 순환속도, 물의 회전속도, 롤 사이의 간격, 용탕의 온도 등을 조절함으로써 특정 합금계에 부합하는 냉각속도를 구현할 수 있다.
- <30> 용탕은 이러한 급속냉각을 통하여 비결정성 고체화되어 판재형태로 성형되어서 상기 롤을 빠져나온다. 이렇게 제조된 비결정성 합금 판재는 비결정화도가 매우 높고, 두개의 롤에 의한 압연 효과에 의하여 균열 및 기공의 발생이 억제되어 있으며, 이는 X-선 회절분석 및 현미경 영상 분석 등에 의하여 확인되었다.
- <31> 본 발명의 방법에 있어서, 상기 롤 사이로 공급되는 용탕의 온도가 너무 낮으면 용탕의 공급이 제대로 이루어지지 않아 박판을 제조하기가 어려울 수 있으며, 너무 높으면 롤 및 열교환 수단을 통해서도 냉각이 충분히 되지 않아 비정질 판재를 형성시키기 어려울 수 있다.
- <32> 상기 롤의 표면온도가 너무 낮으면, 용탕의 냉각이 일정 비율로 이루어지지 않아 용탕의 장입이 원활하지 않을 수 있을 뿐만아니라, 형성된 판재의 가장자리에 균열이 발생할 수 있다. 상기 롤의 표면온도가 너무 높으면, 한계냉각속도 이상의 냉각속도를 얻기가 어려울 수 있다.
- <33> 상기 롤의 회전속도가 너무 낮으면, 고체상태의 비정질 합금이 롤을 완전히 빠져 나오기 전에 용탕의 응고가 완료되어 롤이 정지할 수 있다. 상기 롤의 회전속도가 너무 높으면 균일한 냉각이 충분히 이루어지지 않아서 양호한 품질의 판재 형성이 어려울 수 있다.
- <34> 상기 롤 사이의 간격이 너무 작으면, 벌크형태의 비정질 합금 판재를 제조하기가 어려울 수 있고, 용탕의 공급 과잉으로 인하여 다른 공정 요인들에 영향을 미칠 수 있을 뿐만아니라, 형성된 판재의 가장자리에 균열이 발생할 수 있다. 상기 롤 사이의 간격이 너무 크면, 형성되

는 판재의 두께가 과도하게 증가되며, 그에 따라 판재의 중심부에서는 한계냉각속도 이상의 냉각속도가 구현되지 않게 되며, 결과적으로 균질한 고품질 비정질 합금을 얻기가 어려울 수 있다.

- <35> 구체적인 예를 들면, 45~49 원자%의 Cu, 32~34 원자%의 Ti, 10~13 원자%의 Zr, 5~7 원자%의 Ni, 1~3 원자%의 Sn, 0.5~2 원자%의 Si를 포함하는 구리계 비정질 합금의 경우에, 상기 롤 사이로 공급되는 용탕의 온도는 약 1000 내지 약 1300℃, 상기 롤의 표면온도는 약 15 내지 약 30℃, 상기 롤의 회전속도는 약 1 내지 약 10 cm/sec, 상기 롤의 간격은 약 0.5 내지 약 20 mm 정도로 할 수 있다.
- <36> 본 발명의 방법은 이러한 구리계 합금 뿐만아니라, 비정질 상태를 이룰 수 있는 모든 종류의 합금계에 대하여 적용될 수 있음은 당연하다.
- <37> 이하에서는, 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재 제조 장치를 상세히 설명한다. 이 장치는 앞에서 설명한 본 발명의 비정질 합금 판재 제조 방법의 실시예에 유용하게 적용될 수 있다.
- <38> 본 발명의 비정질 합금 판재 제조 장치는, 합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 담을 수 있으며, 용탕 출구를 구비하는 도가니; 상기 용탕을 통과시키면서, 상기 용탕이 비정질 고체상태로 전이될 수 있는 한계 냉각 속도보다 더 빠른 냉각 속도로, 상기 용탕을 냉각시킬 수 있는 열교환 장치를 구비하고 있는 두 개의 롤; 및 상기 도가니의 용탕 출구로부터 상기 롤까지 용탕이 공급될 수 있도록 하는 연결통로를 포함한다.
- <39> 도 2는, 도가니(10), 연결통로(20) 및 롤(30)을 포함하는, 본 발명에 따른 비정질 합금 판재 제조 장치의 일 구현예를 개략적으로 나타내고 있다.

- <40> 상기 도가니는 분위기가 제어되는 용해 도가니일 수 있다. 도 2에서, 합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 담을 수 있으며, 용탕 출구(18)를 구비하는 도가니(10)에는, 도가니 내부의 분위기 제어를 위한 가스 주입 장치(16)와, 합금을 구성하는 성분을 용해시켜 용탕을 제조하거나 용탕의 온도를 유지시키기 위한 가열장치(14)가 구비되어 있다.
- <41> 상기 도가니(10)는, 용탕의 방출을 제어하기 위하여 용탕 출구(18)를 개폐할 수 있는 스톱퍼(12)를 구비할 수도 있다.
- <42> 상기 연결통로(20)는, 용탕이 도가니(10)로부터 물(30) 까지 이동하는 동안 용탕의 온도를 유지시키기 위하여 연결 통로(20) 내부의 용탕의 온도를 조절할 수 있는 가열 장치(22)를 구비할 수 있다. 또한, 상기 연결통로(20)는, 연결통로(20)의 내부 분위기를 제어할 수 있는 가스 주입 장치(24)를 구비할 수도 있다.
- <43> 상기 물(30)은, 예를 들면, 구리계 합금을 함유하는 재료로 이루어질 수 있다. 그러나, 상기 물의 재질에 대한 특별한 제한은 없으며, 상기 물은 열전달 특성이 우수한 다른 재료로 구성될 수도 있다.
- <44> 상기 물(30)의 열교환 장치는 냉각유체 통과 회로(32)일 수 있다. 상기 냉각유체로서는 냉각수 또는 냉각오일이 사용될 수 있다.
- <45> 도 3은, 도 1의 물 부분을 더욱 상세하게 나타낸 도면으로서, 용탕이 물 사이를 통과하면서 냉각되어 고체상태의 판재로 성형되는 과정을 도식적으로 보여주고 있다. 비정질을 형성할 수 있는 합금 용탕을 회전하는 상기 물(30)에 주입하면, 용탕은 물(30)과의 접촉으로 인하여 냉각되어 고체상태의 판재로 성형되고, 이렇게 얻어진 판재는 물(30)의 회전으로 인하여 물(30)을 빠져나온다. 이때, 물(30)과의 접촉으로 인한 용탕의 냉각속도가 비정질을 형성할 수

있는 한계냉각속도보다 빠르도록 하기 위하여, 상기 열교환 장치로 롤(30)을 냉각시킨다.

또한, 이렇게 성형된 비정질 합금 판재는 롤에 의하여 강하게 눌리면서 롤을 빠져나오게 된다.

<46> 상기 두 개의 롤(30) 사이의 간격이 너무 작으면, 벌크 형태의 비정질 합금을 제조하기가 어려울 수 있으며, 용탕의 공급 과잉으로 인하여 다른 공정 요인들에 영향을 미칠 수 있을 뿐만 아니라, 형성된 판재의 가장자리에 균열이 발생할 수 있다. 상기 두 개의 롤(30) 사이의 간격이 너무 크면, 형성되는 판재의 중심부에서 한계냉각속도 이상의 냉각속도를 구현하기가 어려울 수 있으며, 그에 따라 균질한 고품질 비정질 합금 판재를 얻기가 어려울 수 있다. 이러한 점을 고려하여, 상기 두 개의 롤(30) 사이의 간격은, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 20 mm 일 수 있다. 상기 롤은 고정된 간격을 가지도록 설치되거나, 간격이 조절될 수 있도록 설치될 수도 있다. 도 4는 상기 두 개의 롤 사이의 간격이 조절되는 과정을 도식적으로 보여준다.

<47> 도 5는, 상기 두 개의 롤이, 그들의 회전중심을 연결하는 직선과 수평선이 이루는 각도가 0 내지 90°범위가 되도록, 배치되는 모습을 도식적으로 보여준다. 유동도와 같은 용탕의 특성에 따라 상기 각도를 다양하게 선택할 수 있다. 예를 들면, 용탕의 유동도가 충분히 높은 경우에는, 상기 각도를 수직(90°)으로 하여 (즉, 상기 두 개의 롤을 수직으로 배치하여), 용탕의 수평 주입 및 판재의 원활한 배출이 가능하도록 할 수 있다. 용탕의 유동도가 충분하지 않은 경우에는, 상기 각도를 수평(0°)으로 하여 (즉, 상기 두 개의 롤을 수평으로 배치하여), 중력에 의한 용탕의 수직 주입 및 판재의 원활한 배출이 가능하도록 할 수 있다. 또한, 상기 두 개의 롤은, 상기 각도가 0 내지 90° 범위 내의 고정된 각도를 갖도록 설치되거나, 상기 범위 내에서 조절가능하도록 설치될 수 있다.

<48> 상기 두 개의 롤은 그 회전속도가 너무 작으면, 고체상태의 비정질 합금이 롤을 완전히 빠져 나오기 전에 용탕의 응고가 완료되어 롤이 정지할 수 있다. 상기

물의 회전속도가 너무 크면 균일한 냉각이 충분히 이루어지지 않아서 양호한 품질의 판재 형성이 어려울 수 있다. 이러한 점을 고려하여, 상기 두 개의 물은 분당 약 1 내지 약 10 cm/sec 범위의 회전속도로 구동되도록 설치될 수 있다. 이를 위하여 상기 두개의 물은 통상적인 구동 수단(미도시)에 연결될 수 있다.

<49> 이하에서는 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재에 대하여 상세히 설명한다.

<50> 본 발명에서 제공하는 비정질 합금 판재는, 약 90 부피% 이상, 더욱 바람직하게는 약 96 부피% 이상의 비정질 상(phase)을 함유하는 벌크 형태의 재료이다.

<51> 비정질 상의 함량이 적어도 약 90 부피% 이상이기 때문에, 본 발명의 비정질 합금 판재는 비정질 재료로서의 그 품질이 매우 우수하다. 앞에서 설명한 본 발명의 제조 방법 및 장치를 이용한 제조 실험에서, 적어도 약 96 부피%, 심지어는 약 100 부피%에 가까운 정도의 비정질 상을 포함하는 비정질 합금 판재를 얻을 수 있었다. 100% 완전 비정질인 수십 마이크로미터 이하 두께의 합금은 제조 가능할 지 모르나, 수 mm 두께의 합금 판재를 제조하는 것은 거의 불가능하다. 일반적으로, 비정질 합금 판재의 비정질 상의 함량은 높을수록 좋다. 전형적으로는, 본 발명의 비정질 합금 판재는, 약 96.0 부피% 내지 약 99.9 부피%의 비정질 상을 포함한다. 비정질 상의 부피를 낮추는 것은 얼마든지 일반 공정 및 후처리 공정을 통해 가능하지만, 이를 높이는 것은 매우 어렵다. 따라서 비정질 상의 부피가 높은 합금 판재를 제조하는 것이 중요하다.

<52> 상기 벌크 형태의 판재라 함은, 본 발명의 비정질 합금이 박막(예를 들면, 두께가 100 μ m 이하) 등과 같은 형태의 외형을 갖는 것이 아니라, 구조적 연속성을 유지하는 재료의 2차원 또는 3차원 디멘전이 비교적 매우 크다는 것을 의미한다. 예를 들면, 본 발명의 비정질 합금 판재는, 약 0.5 내지 약 20 mm의 두께를 가질 수 있으나, 반드시 이에 제한되지는 않는다. 그

폭, 길이, 전체 윤곽 역시 특별히 제한되지 않는다. 이와 같은 벌크형태의 비정질 합금 판재는 매우 다양한 용도로 적용될 수 있다. 금속파이프 등의 핵발전 설비 산업, 비정질금속-텅스텐 복합재료 관통자 등의 방위산업, 골프 클럽 등의 스포츠 용품, 항공우주 산업 등을 포함하는 전 산업분야에서 활용도가 높은 첨단소재로서 주목받고 있다.

<53> 본 발명의 제조 방법, 제조 장치 및 비정질 합금 판재에 적용될 수 있는 합금계의 조성은 특별히 제한되지 않으나, 예를 들면, $\text{Cu}_{47}\text{Ti}_{34}\text{Zr}_{11}\text{Ni}_8$ [S. C. Glade, W. L. Johnson: J. Appl. Phys., vol.89 (2001) pp. 1573-1579]; $\text{Cu}_{47}\text{Ti}_{33}\text{Zr}_{11}\text{Ni}_8\text{Si}_1$ [M. Calin: Scripta Mater., in press (2003)]; $\text{Cu}_{47}\text{Ti}_{33}\text{Zr}_{11}\text{Ni}_6\text{Sn}_2\text{Si}_1$ [D.H. Bae, H.K. Lim, S.H. Kim, D.H. Kim and W.T. Kim: Acta Materialia, vol. 50 (2002) pp. 1749-1759]; $\text{Cu}_{60}\text{Zr}_{30}\text{Ti}_{10}$, $\text{Cu}_{60}\text{Hf}_{25}\text{Ti}_{15}$ [Akihisa Inoue, Wei Zhang, Tao Zhang and Kei Kurosaka: J. of Non-Crystalline Solids, vol. 304 (2002) pp. 200-209]; $\text{Zr}_{57}\text{Nb}_5\text{Al}_{10}\text{Cu}_{15.4}\text{Ni}_{12.6}$ [H. Choi-Yim, R.D. Conner, F. Szeucs and W.L. Johnson: Acta Materialia, vol. 50 (2002) pp. 2737-2745]; $\text{Zr}_{41}\text{Ti}_{14}\text{Cu}_{12}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{23}$ [J. Schroers, R. Busch, S. Bossuyt and W.L. Johnson: Mater. Sci. & Eng. A., vol. 304-306 (2001) pp. 287-291]; $\text{Zr}_{65}\text{Al}_{7.5}\text{Ni}_{10}\text{Cu}_{12.5}\text{Pd}_5$ [M. Sherif El-Eskandarany, J. Saida and A. Inoue: Acta Materialia, vol. 51 (2003) pp. 4519-4532] 등과 같은 비정질 합금 조성이 사용될 수 있다.

<54> 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명의 범위가 하기의 실시예로 제한되는 것은 아니다.

<55> <실시예>

<56> 본 실시예에서는 표 1과 같은 화학조성을 갖는 구리계합금을 모합금으로 사용하였으며, 도 2와 같은 장치를 사용하였다.

<57> 【표 1】

모합금의 화학조성						
원소	Cu	Ti	Zr	Ni	Sn	Si
함량(원자%)	47	33	11	6	2	1

<58> 3 kg의 모합금을 고순도 흑연 도가니에 장입한 후 약 1400℃의 온도범위에서 약 60 분 동안 유지하여 완전한 액상으로 용융시켰다. 이렇게 얻은 모합금 용융물을 약 1200℃의 온도를 유지도록 하면서 출탕하여, 박판 주조 장치의 압연롤 입구에 장입하였다.

<59> 압연롤의 회전속도는 약 2.0 m/sec 이었고, 압연롤의 표면 온도는 약 20℃이었고, 압연롤의 간격은 약 2 mm 이었다. 이러한 공정조건 하에서, 길이 1 m, 폭 10 cm, 두께 2 mm의 비정질 합금 판재를 제조하였다.

<60> 이와 같이 제조된 구리계 비정질 합금 판재에 대하여 그 결정질/비정질 형성 정도를 알아보기 위하여 X-ray 회절 분석을 실시하였으며, 그 결과를 도 6에 나타내었다. 도 6에 나타난 바와 같이, 본 실시예에서 제조된 비정질 합금 판재는 실질적으로 비정질이며 단지 극소량의 결정질 상을 함유하고 있다.

<61> 본 실시예에서 얻은 구리계 비정질 합금 판재에 대하여 그 단면을 관찰하기 위하여 광학 현미경 영상 분석을 실시하였으며, 그 결과로서 얻은 단면사진을 도 7에 나타내었다. 도 7로부터, 본 실시예의 합금 판재에 있어서, 용탕의 응고 및 수축으로 인하여 형성될 수 있는 기공 또는 균열이 발생하지 않았음을 알 수 있다. 또한, 영상분석을 통하여 비정질의 형성 정도를

평가한 결과, 본 실시예의 합금 판재는 비정질 상의 부피 분율이 약 96% 이상인 매우 우수한 비정질 합금 판재임을 확인할 수 있었다.

【발명의 효과】

<62> 본 발명의 비정질 합금 제조 방법 및 그 장치는 비정질 상의 부피 분율이 매우 높고, 기공 및 균열의 발생이 매우 억제되어 있는, 양질의 비결정질 합금 판재를 생산한다.

<63> 본 발명의 비정질 합금 제조 방법 및 그 장치를 사용하면, 별도의 공정을 거칠 필요 없이 용탕으로부터 곧바로 비정질 합금 판재를 제조할 수 있으므로, 산업적 활용가치가 매우 큰 비정질 합금 판재를 매우 저렴한 비용으로 대량 생산할 수 있으며, 그에 따라 비정질 합금의 적용 범위를 경제적으로 확대시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 준비하는 단계;

서로 반대 방향으로 회전하며 열교환 수단을 구비하고 있는 두 개의 롤 사이로, 상기 용탕을 공급하는 단계; 및

상기 롤 사이로 상기 용탕을 통과시키면서, 상기 용탕이 비정질 고체상태로 변화될 수 있는 한계냉각속도보다 더 빠른 속도로, 상기 용탕을 냉각시키는 단계를 포함하는, 비정질 합금 판재 제조 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 용탕을 준비하는 단계는 불활성 분위기에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 롤에 구비된 열교환 수단은 냉각유체 통과 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 냉각유체는 냉각수 또는 냉각오일인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 롤은 구리계 합금을 함유하는 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 롤 사이로 공급되는 용탕의 온도는 1000 내지 1300℃, 상기 롤의 표면온도는 15 내지 30℃, 상기 롤의 회전속도는 1 내지 10 cm/sec, 상기 롤의 간격은 0.5 내지 20 mm인 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 7】

합금을 구성하는 성분을 함유하는 용탕을 담을 수 있으며, 용탕 출구를 구비하는 도가니

;

상기 용탕을 통과시키면서, 상기 용탕이 비정질 고체상태로 전이될 수 있는 한계 냉각 속도보다 더 빠른 냉각 속도로, 상기 용탕을 냉각시킬 수 있는 열교환 장치를 구비하고 있는 두 개의 롤; 및

상기 도가니의 용탕 출구로부터 상기 롤 까지 용탕이 공급될 수 있도록 하는 연결통로를 포함하는, 비정질 합금 판재 제조 장치.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 도가니는 분위기가 제어되는 용해 도가니인 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 9】

제 7 항에 있어서, 상기 도가니는 용탕 출구를 개폐할 수 있는 스톱퍼를 구비하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 10】

제 7 항에 있어서, 상기 연결 통로는, 상기 연결 통로 내부의 용탕의 온도를 조절할 수 있는 가열 장치와, 상기 연결 통로의 내부 분위기를 제어할 수 있는 가스 주입 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 11】

제 7 항에 있어서, 상기 롤은 구리계 합금을 함유하는 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 12】

제 7 항에 있어서, 상기 롤의 열교환 장치는 냉각유체 통과 회로인 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 13】

제 12 항에 있어서, 상기 냉각유체는 냉각수 또는 냉각오일인 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 14】

제 7 항에 있어서, 상기 두 개의 롤 사이의 간격이 0.5 내지 20 mm 범위인 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 15】

제 7 항에 있어서, 상기 두 개의 롤은, 그들의 회전중심을 연결하는 직선과 수평선이 이루는 각도가 0 내지 90°범위가 되도록, 배치되는 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 16】

제 7 항에 있어서, 상기 두 개의 롤의 회전속도가 1 내지 10 cm/sec 범위인 것을 특징으로 하는 장치.

【청구항 17】

90 부피% 이상의 비정질 상을 함유하며 벌크 형태로 되어 있는 비정질 합금 판재.

【청구항 18】

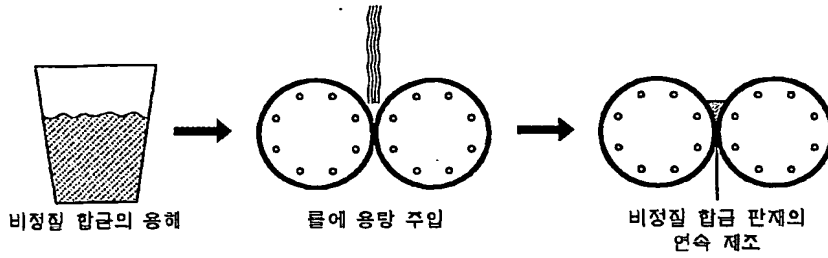
제 17 항에 있어서, 96 부피% 이상의 비정질 상을 함유하는 것을 특징으로 하는 판재.

【청구항 19】

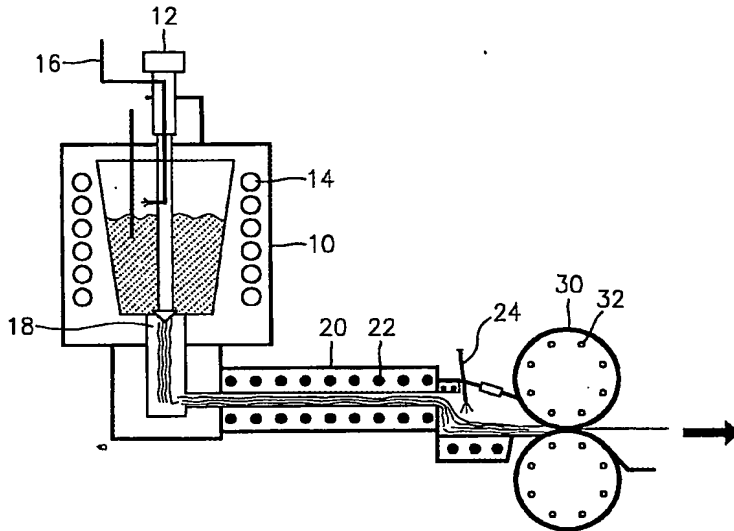
제 17 항 또는 제 18 항에 있어서, 두께가 0.5 내지 20 mm인 것을 특징으로 하는 판재.

【도면】

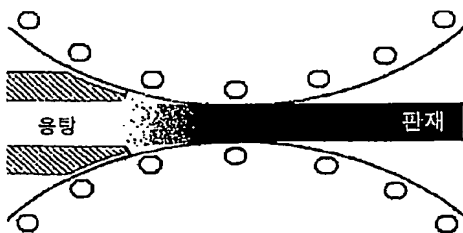
【도 1】



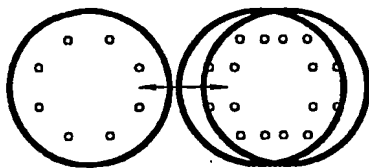
【도 2】



【도 3】



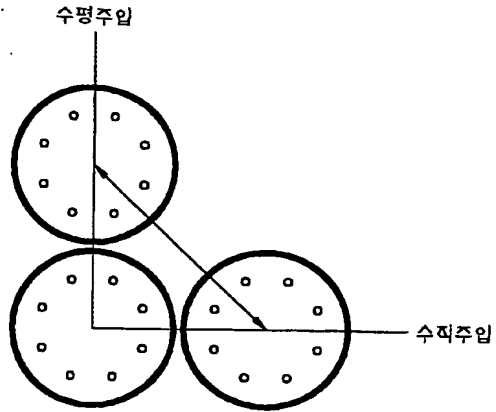
【도 4】



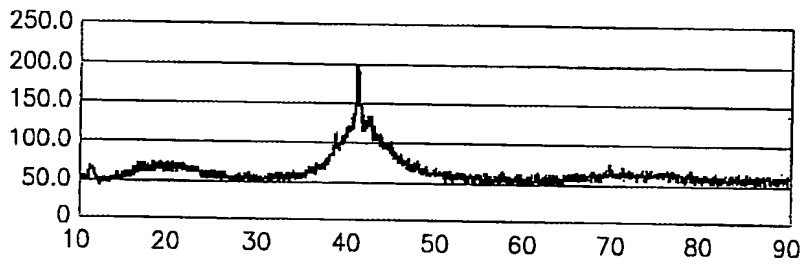
1026030058337

출력 일자: 2003/11/13

【도 5】



【도 6】



【도 7】

